

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Евстигнеевой Светланы Алексеевны**  
на тему: **«Исследование корреляции структурных и магнитных свойств  
в одномерных микро- и наноструктурах на основе сплавов Fe-Co»**,  
представленную на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
1.3.8 - Физика конденсированного состояния

Одними из перспективных материалов магнитных электронных компонентов являются одномерные микро- и наноструктуры на основе сплавов из ферромагнитных переходных 3d- металлов. В связи с чем становится актуальной задача установления корреляции между режимами синтеза и постобработки на их структурные и магнитные свойства для формирования материалов с заданными параметрами. Ферромагнитные микропровода являются одним из перспективных материалов для различных применений, привлекательных для технологии миниатюризации. Методом Тейлора-Улитовского возможно их получение в промышленных масштабах, микропровода изготавливаются в биосовместимой стеклянной оболочке с характерными размерами 1-50 мкм. Данный метод позволяет получать микропровода с аморфной или нанокристаллической структурой. В аморфном состоянии ферромагнитные микропровода обладают специфическими магнитными свойствами: магнитная бистабильность, высокие скорости движения доменных границ, гигантский магнитный импеданс. Область применения включает системы безопасности и кодирования, различные сенсорные приборы и элементы (слабые магнитные поля, температура, механические напряжения). В аморфном состоянии отсутствуют дефекты микроструктуры (границы зерен, кристаллическая текстура, дислокации, точечные дефекты и т. д.), но в результате изготовления в ферромагнитных микропроводах в стеклянной оболочке формируются остаточные внутренние напряжения. В общую магнитостатическую энергию аморфных микропроводов на основе FeCo сплавов будет вносить существенный вклад магнитоупругая энергия, с чем и связана зачастую температурная нестабильность их магнитных свойств. Стабилизация магнитных свойств путем дополнительных постобработок представляет интерес для фундаментальных исследований, а также для разработки различных сенсоров на основе данных микроструктур.

На базе микропроводов могут быть созданы умные композитные материалы, а использование магнитоупругих элементов такого же размера добавит дополнительные



функции. Например, для увеличения чувствительности импеданса микропроводов к деформациям часто требуется постоянное магнитное поле смещения для выхода на линейный режим работы датчика. Магниты в виде микро- и нанопроводов также интересны для создания системы распределения магнитного поля с высокими пространственными градиентами, используемой для манипулирования клетками и магнитными частицами в маркировке биомолекул. Однако создание магнито жестких одномерных микро- и наноструктур является сложной задачей.

В диссертационной работе Евстигнеевой Светланы Алексеевны предлагается решение такой научной задачи, как установление зависимости магнитной и кристаллической структур на основе сплавов Co-Fe микропроводов от различных режимов отжига и синтеза. В автореферате отражены основные результаты исследований влияния разных методов направленной кристаллизации из аморфного состояния ферромагнитных микропроводов из сплавов на основе Co, полученных по методу Тейлора-Улитовского, с характерными размерами диаметров металлической жилы 8-25 мкм. Было показано, что можно формировать структуры с разной степенью кристалличности (частично или полностью кристаллизованные). Сочетание кристаллизованной фазы с остаточной аморфной матрицей позволяет получать структуры с управляемыми магнитными свойствами. С помощью разработанных режимов отжига аморфных микропроводов удастся повысить коэрцитивность с до 65 мТл. В нанопроводах с диаметром 30 нм удалось достигнуть увеличения коэрцитивной силы до 100 мТл.

Основные результаты работы опубликованы в 5-ти статьях в журналах, входящих в базу WOS (SCOPUS), и были представлены на 6-ти конференциях Международного уровня.

**По автореферату можно сделать следующие замечания:**

1. Для оценки перспективности использования полученных в рамках данной работы одномерных микро- и наноструктур с магнито жесткими свойствами необходимо произвести оценку создаваемого ими магнитного поля.
2. Не понятно, с какой целью проводились магнитоимпедансные исследования частично кристаллизованных проводов (рис.3), так как понятно, что чувствительности будут небольшими.

Сделанные замечания имеют рекомендательный характер и не влияют на высокую оценку диссертационной работы Евстигнеевой Светланы Алексеевны.

Родионова Валерия Викторовна

Email: [VVRodionova@kantiana.ru](mailto:VVRodionova@kantiana.ru)

Профессор по научной работе

